

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2006/2007  
*First Semester Examination*  
*2006/2007 Academic Session*

Oktober/November 2006  
*October/November 2006*

**ESA 485/3 – Sistem Dorongan Roket**  
*Rocket Propulsion Systems*

Masa : [ 3 jam]  
Hour : [3 hours]

---

**ARAHAN KEPADA CALON :**  
**INSTRUCTION TO CANDIDATES:**

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **SEPULUH (10)** mukasurat bercetak dan **ENAM (6)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contains **TEN (10)** printed pages and **SIX (6)** questions before you begin examination.*

Bahagian A: Jawab **SEMUA** soalan. Bahagian B: Jawab **DUA (2)** soalan.

*Part A: Answer **ALL** questions. Part B: Answer **TWO (2)** question.*

Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Malaysia kecuali satu soalan mestilah dijawab dalam Bahasa Inggeris.

*The question can be answered in Bahasa Malaysia but one question must be answered in English.*

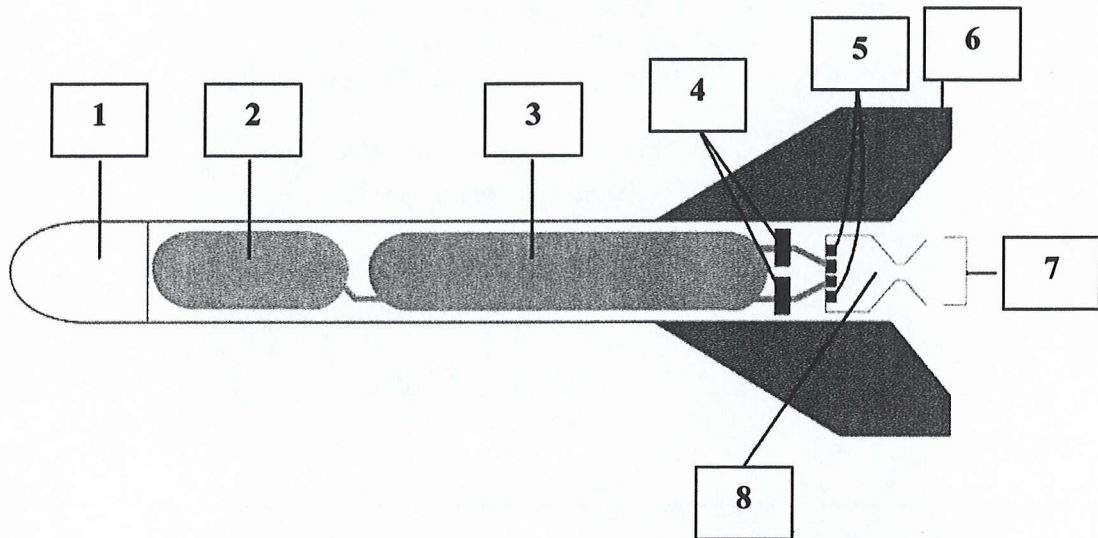
Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.

*Each questions must begin from a new page.*

**BAHAGIAN A/PART A**

1. (a) Berpandukan **Gambarajah 1** dan **Gambarajah 2**, namakan bahagian-bahagian yang dilabel.

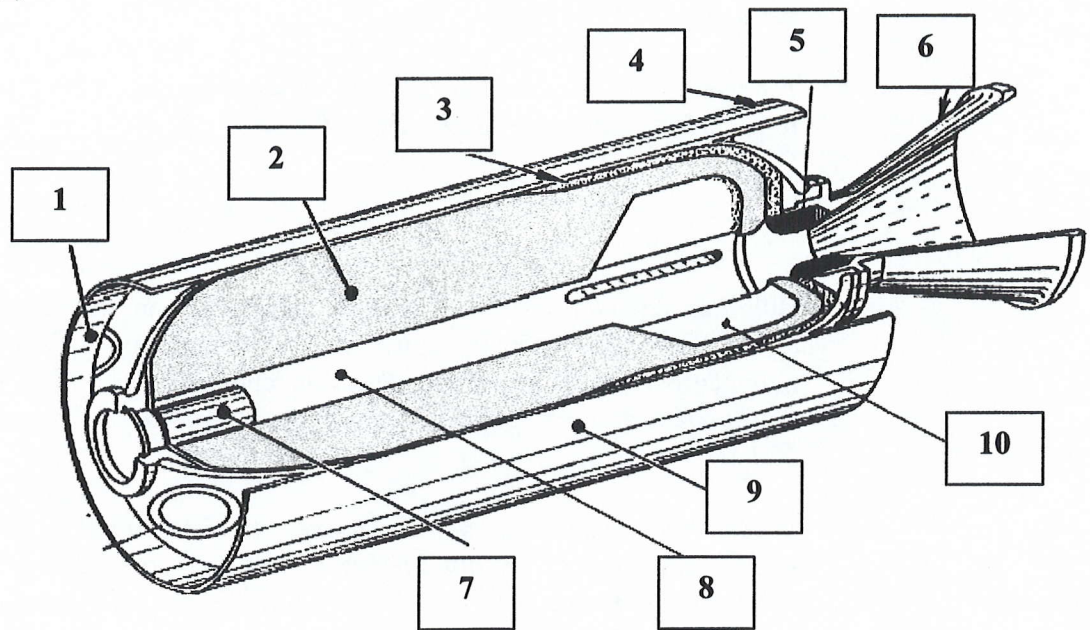
*Referring to the **Figure 1** and **Figure 2**, name the part labeled.*



**Gambarajah 1/Figure 1**

**(10 markah/marks)**

(b)



Gambarajah 2/Figure 2

(10 markah/marks)

2. (a) Tentukan halaju minimum yang diperlukan oleh sesebuah roket yang menggunakan bahan bakar kimia untuk melancarkan sebuah satelit pada orbit LEO 600 km.

*Determine the minimum escape velocity needed for a chemical rocket to launch a satellite to LEO orbit 600 km.*

**(10 markah/marks)**

- (b) Buktikan bahawa roket moden yang menggunakan bahan bakar kimia (roket dorongan cecair dan roket motor pepejal) tidak dapat melancarkan satelit ke ketinggian orbit rendah LEO 300 km. (Tips: Isp untuk roket motor pepejal = 250 s, Isp untuk roket dorongan cecair = 450 s).

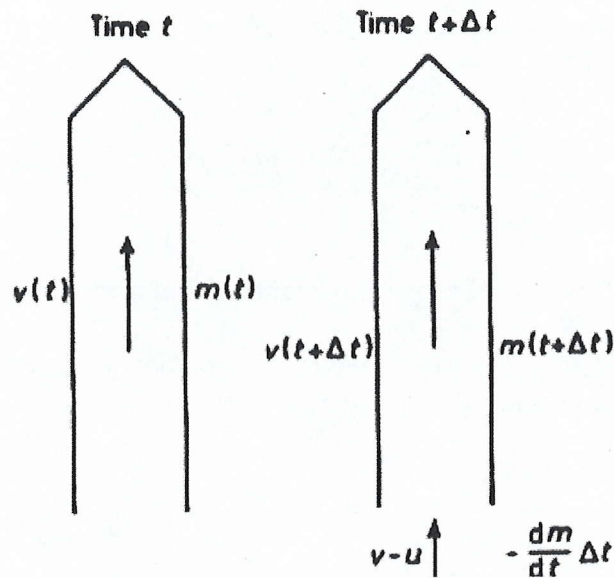
*Prove that a chemical modern rocket (liquid propellant rocket and solid rocket motor) cannot launch a satellite into a 300 km of LEO orbit. (Hint: Prove both, liquid and solid, Isp for solid rocket motor = 250 s, Isp for liquid propellant rocket = 450 s).*

**(10 markah/marks)**



3. (a) Berdasarkan **Gambarajah 3**, terbitkan Persamaan Rocket.

*Based on the Figure 3, derive the Rocket's Equation.*

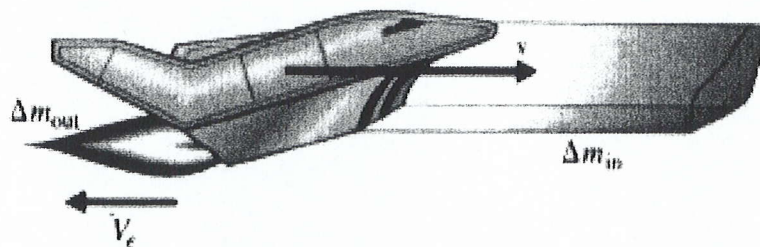


**Gambarajah 3/Figure 3**

(15 markah/marks)

- (b) Kapal Aeroangkasa (Aerospace Plane) adalah salah satu daripada teknologi terkini yang telah dikaji penggunaannya di dalam sistem dorongan roket. **Gambarajah (4)** menunjukkan ilustrasi kapal aeroangkasa tersebut.

*Aerospace Plane is one of the latest technologies used in rocket propulsion systems. Figure (4) illustrates the Aerospace Plane.*



**Gambarajah 4/Figure 4**

Buktikan bahawa persamaan untuk kapal aeroangkasa adalah seperti berikut:

$$m \frac{dv}{dt} = (\rho A v + \dot{m}_f) V_e - \rho A v^2 + F_{ext}$$

*Prove that the equations of motion for the Aerospace Plane is as below:*

$$m \frac{dv}{dt} = (\rho A v + \dot{m}_f) V_e - \rho A v^2 + F_{ext} :$$

(Tips: Gunakan prinsip keabadian momentum linear)

*(Hints: Use the linear momentum transfer / linear momentum conservation)*

**(15 markah/marks)**

- (c) Berdasarkan jawapan yang anda perolehi di 3(a) dan 3(b), nyatakan **DUA** persamaan dan **DUA** perbezaan di antara roket dan Kapal Aeroangkasa.

*Based on the results obtained in 3(a) and 3(b), state **TWO** similarities and **TWO** differences between rocket and Aerospace Plane.*

**(10 markah/marks)**

**BAHAGIAN B/PART B**

4. (a) Terangkan mengapa roket satu tahap bukanlah penyelesaian yang ideal untuk menghantar satelit ke angkasa.

*Explain why a single-stage rocket is not an ideal solution to launch a satellite to space.*

**(3 markah/marks)**

- (b) Seterusnya, terangkan dengan lebih lanjut secara matematik, bagaimana untuk menyelesaikan masalah di 4(a) secara idealistik.

*Next, explain in detail mathematically, how to solve the problem mentioned in 4(a) idealistically.*

**(2 markah/marks)**

- (c) Sekiranya kamu diberikan peluang untuk merekabentuk roket berbilang tahap untuk melancarkan sebuah satelit pada ketinggian orbit LEO 200m, berapakah tahap yang sepatutnya terdapat pada roket berbilang tahap tersebut? Apakah komen anda terhadap jawapan yang diberikan? (Tips: Lakarkan jadual bilangan tahap dan jisim tahap-n roket tersebut sekiranya roket itu melancarkan 1,000 kg satelit, di mana  $v/u = 3.5$  dan  $\lambda = 0.9$ )?

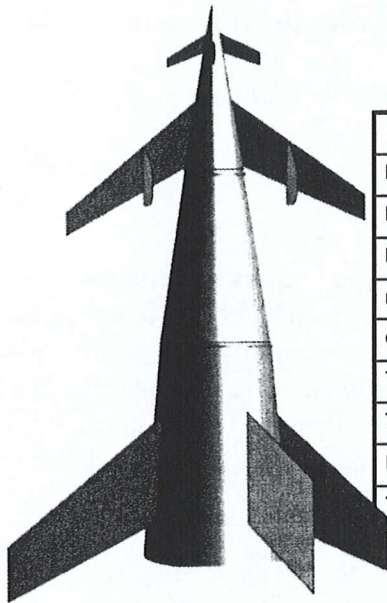
*Let's say, you have been given a choice in designing a multistage rocket to launch a satellite into 200m LEO orbit, how many stages should a multistage rocket have? And what is your comment for your answer? (Hint: Draw a table of number of stages and mass of n-stage rocket to orbit a 1,000 kg satellite, for the  $v/u = 3.5$  and  $\lambda = 0.9$ ).*

**(5 markah/marks)**

- 5 (a) Dengan menggunakan data  $\lambda_k$  (nisbah struktur) dan  $\pi_k$  (nisbah beban bayar) dari **Jadual 1** dan **Jadual 2**. Tentukan setiap  $\lambda$  untuk setiap tahap. Adakah kedua-dua kenderaan pelancar tersebut menghampiri rekabentuk yang optimum? (Optimum sekiranya, nilai  $\lambda$  adalah hampir sama).

*Using data on  $\lambda_k$  (structural ratio) and  $\pi_k$  (payload ratio) from the Table 1 and Table 2. Calculate values of  $\lambda$  for each stage. Is either vehicle close to an optimal design? (that is, are the  $\lambda$  values nearly the same).*

## V-2



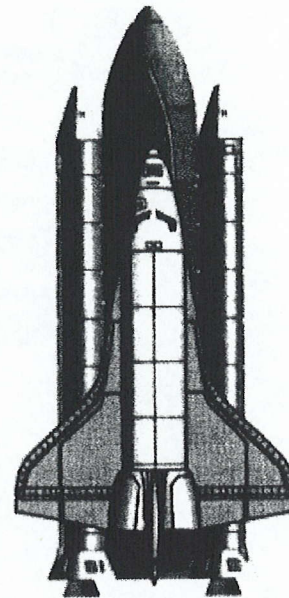
	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
M0k, kg	6,349,000	897,930	129,700	35,400
Mfk, kg	1,587,250	199,540	60,225	
Msk, kg	698,390	69,840	21,950	
mFk, kg	4,761,750	698,400	69,480	
dm/dt, kg/s	55,300	5,533	700	
T, N	124,544,000	15,568,000	1,957,120	
T/m0g	2.0	1.77	1.54	
Isp, s	230	286	286	
Tburn, s	84	124	84	

**Jadual 1/Table 1**



# Space Shuttle

	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4
mOk, kg	2,015,600	670,500	108,300	29,500
mfk, kg	834,300	143,300	104,700	
msk, kg	163,800	35,000	68,000	
mFk, kg	1,181,300	527,200	3,600	
dm/dt, kg/s	9842	1464	17.4	
T, N	29,900,000	6,300,000	53,400	
T/m0g	1.51	0.96	0.05	
lsp,s	312	455	313	
Tburn, s 9/25/2006	120	360	200	

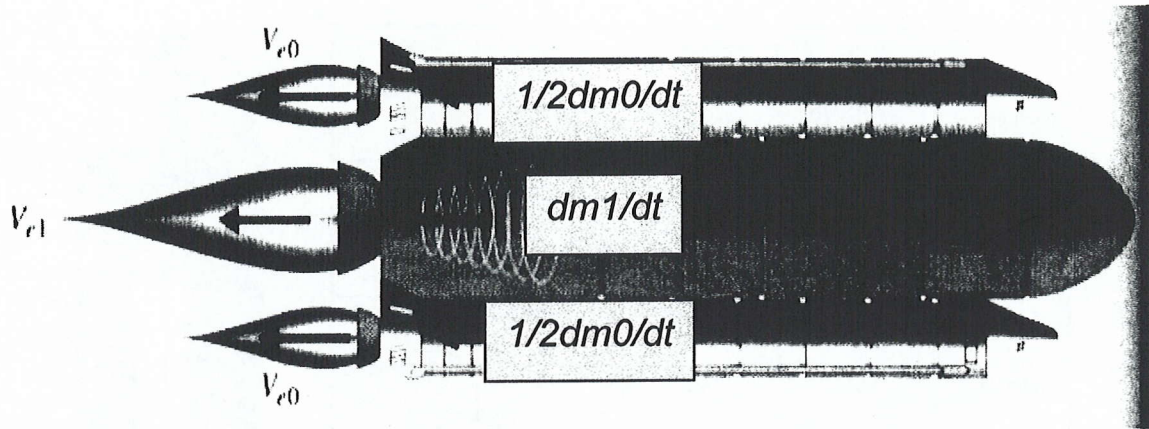


Jadual 2/Table 2

(10 markah/marks)

6. Berpandukan **Gambarajah 5**,

Referring to the **Figure 5**,



**Gambarajah 5/Figure 5**

Buktikan bahawa persamaan roket untuk kapal angkasa olak-alik di atas adalah seperti berikut;

$$v = (1 - \lambda_0) \bar{u}_0 \ln \pi_0 + \sum (1 - \lambda_k) \mu_k \ln \pi_k$$

Prove that the rocket's equation for the space shuttle above is

$$v = (1 - \lambda_0) \bar{u}_0 \ln \pi_0 + \sum (1 - \lambda_k) \mu_k \ln \pi_k$$

(10 markah/marks)

ooo000ooo